

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-224839

(43)Date of publication of application : 17.08.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 7/20
G03F 7/20
H01L 21/304

(21)Application number : 10-023278

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 04.02.1998

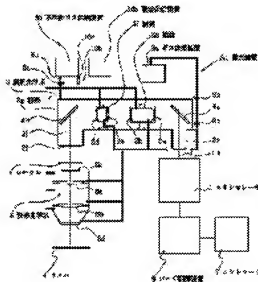
(72)Inventor : HASE TOMOHARU
YAMANE YUKIO

(54) EXPOSURE SYSTEM, MANUFACTURE OF DEVICE, AND CLEANING METHOD OF OPTICAL DEVICE OF EXPOSURE SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To more easily and effectively prevent an optical device from being contaminated by organic molecules by a method wherein inert gas is supplied to an optical system closed space, and oxygen or clean air is fed.

SOLUTION: Nitrogen gas as inert gas is supplied to the inner space 2j of a case 2g of an illuminating optical system 2, the inner spaces of lens tubes 2h and 2i, and spaces partitioned by lenses in a lens tube of a projection lens 5 respectively. Therefore, an inert gas feed device 8a is connected to the above spaces through an inert gas feed line 8b and a solenoid valve 8c (open-close valve) provided to the line 8b respectively. An oxygen feed line 10a is joined to the inert gas feed line 8b, and an oxygen feed device 10a is connected to the oxygen feed line 10b through the intermediary of a solenoid valve 10c (open-close valve) provided to the oxygen feed line 10b. Oxygen-containing clean air may be mixed in place of pure oxygen.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than withdrawal the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 21.07.2006

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 露光ビームを生成する光源と、該露光ビームを基板に照射して露光を行なうための閉空間を有する光学系を備えた露光装置において、該光学系の閉空間に不活性ガスを供給する手段と、酸素もしくはクリーンエアを供給する手段を設け、該閉空間に不活性ガスと酸素を供給し得るようにしたことを設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項2】 前記光学系は照明光学系もしくは投影光学系であることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】 前記光源は紫外線もしくはX線を発生する光源であることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項4】 前記光源はA r Fエキシマレーザ光源であることを特徴とする請求項3記載の露光装置。

【請求項5】 前記不活性ガスは酸素、ヘリウム、又はネオンであることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項6】 不活性ガスに酸素もしくはクリーンエアを混入させる手段を設けたことを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項7】 前記閉空間に不活性ガスを供給するための供給ラインを有し、該供給ラインを分岐したラインから酸素又はクリーンエアを導入して混入させることを特徴とする請求項6記載の露光装置。

【請求項8】 前記閉空間内のガスを排気する手段を有することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項9】 前記排気したガス中の残留オゾンを経路に変換して再利用する手段を設けたことを特徴とする請求項8記載の露光装置。

【請求項10】 前記露光ビーム波長を変化させる手段を設けたことを特徴とする請求項1乃至9のいずれか記載の露光装置。

【請求項11】 前記酸素を供給したときには露光ビームをより酸素吸収率の高い波長帯域に変化させることを特徴とする請求項10記載の露光装置。

【請求項12】 前記酸素を供給したときには露光ビーム波長より短波長側に切り替えることを特徴とする請求項10記載の露光装置。

【請求項13】 請求項1乃至12のいずれか記載の露光装置を用意する工程と、該露光装置を用いて露光する工程を有することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項14】 露光前に基板にレジスト塗布する工程と、露光後に現像する工程をさらに有することを特徴とする請求項13記載のデバイス製造方法。

【請求項15】 紫外線又はX線の露光ビームを基板に照射して露光を行なう露光装置の光学素子をクリーニングする方法であって、該光学素子が置かれた空間に微量の酸素を含む不活性ガスを供給して、該露光ビームを照射することで該空間内にてオゾン生成させ、該生成した

オゾンと該露光ビームの照射による光化学反応によって該光学部材に付着した有機化合物を除去することを特徴とする露光装置の光学素子クリーニング方法。

【請求項16】 基板に露光を行なう時と光学素子をクリーニングする時とで露光ビーム波長を変化させることを特徴とする請求項15記載の方法。

【請求項17】 露光ビームを発生する光源の駆動を制御する、あるいは波長変換手段を光路中に挿入することで、露光ビーム波長を変化させることを特徴とする請求項16記載の方法。

【請求項18】 除去された有機化合物を前記空間から排出することを特徴とする請求項15記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はエキシマレーザ等の紫外線あるいはX線などの短波長電磁波を露光ビームとして用いる露光装置に関する。さらには該露光装置を用いたデバイス製造方法や該露光装置の光学素子クリーニング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の製造を目的とするような投影露光装置では従来、各種波長帯域の光を露光ビームとして基板上に照射している。露光ビームにはe線（波長 $\lambda=546\text{nm}$ ）、g線（ $\lambda=436\text{nm}$ ）、h線（ $\lambda=405\text{nm}$ ）、i線（ $\lambda=365\text{nm}$ ）、KrFエキシマレーザ（ $\lambda=248\text{nm}$ ）、ArFエキシマレーザ（ 193nm ）、あるいはX線などが用いられている。

【0003】光源から放射された露光ビームは、レチクルを照明する照明光学系及びレチクルに形成された微細パターンを感光基板上に結像させる投影光学系（投影レンズ）により前記微細パターンを感光基板上に露光転写している。上記のような従来の露光装置において、パターン線幅の微細化に伴い、スループット及び解像度の向上が要求されるようになり、これに伴って露光ビームとしてはますますハイパワーなものが要求されると同時に、露光ビームの波長帯域の短波長化が進んでいる。

【0004】しかし、i線（波長 $\lambda=365\text{nm}$ ）あるいはさらに短波長の露光ビームを用いた場合は、短波長化により露光ビームが空気中の不純物を酸素と光化学反応させることが知られており、かかる反応による生成物（曇り物質）が光学系の光学素子（レンズやミラー）に付着し、不透明な「曇り」が生じるという不都合があった。

【0005】この曇り物質としては、例えば亜硫酸 SO_2 が光のエネルギーを吸収し励起状態となると、空気中の酸素と反応（酸化）することによって生じる硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ が代表的に挙げられる。この硫酸アンモニウムは白色を帯びており、レンズやミラー等の光学部材の表面に付着すると前記「曇り」状態となる。そし

て、露光ビームは硫酸アンモニウムで散乱し吸収される結果、前記光学系の透過率が減少するため、感光基板に到達するまでの光量（透過率）低下が大きくなってスループットの低下を招くおそれがある。

【0006】特に、ArFエキシマレーザー（193nm）やX線のように短い波長領域では、露光ビームがより強い光化学反応を生起させるため上述の問題は顕著となる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】これに対して、特開平6-216000号公報に開示される装置では、密閉構造の筐体にレンズ等のガラス部材の配置された鏡筒を配置して、筐体の内部に不活性ガスを充填することで上記問題の解決にあたっている。

【0008】ところが、不活性ガスを用いた上記でも、照明光学系の筐体や鏡筒の内部の光学素子是有機分子によって汚染されていることが判明した。これらの分子は、照明光学系を構成する各部品を構成する部品の製作・加工工程で使用された薬品等が部品上に残留していたもの、あるいは筐体や鏡筒内に使用されている接着剤の一部が蒸発して発生したものと考えられる。

【0009】さらに、製造上の状況においても、周囲の空気が例えば基板とフォトリソストの間の接着剤層から発生する有機分子によって汚染されており、これらの分子が筐体や鏡筒内に侵入する恐れがある。たとえ有機分子が僅かな濃度であっても、粒子が紫外線ビームの影響のために分解して光学素子上に沈殿し、これらの表面に炭素膜または炭素を含んだ膜を形成することになる。

【0010】これを解決するため、特開平7-209569号公報に開示される装置では、投影光学系に不活性ガスを供給する際に、この不活性ガスに微量のオゾンを含ませ、オゾンを含む不活性ガスを光学系に供給して、オゾンを含むガス中において光学素子に露光ビームが照射されるので、いわゆるオゾン洗浄効果により光学素子表面の有機粒子の分解および分解生成物の堆積物の生成が防止されるようになっている。

【0011】しかしながら該装置では、水銀ランプを具えるオゾン発生器を不活性ガス供給ラインの途中に設けて、該オゾン発生器で予めオゾンが発生させてから、オゾンをレンズホルダ内に供給している。そのため露光光源と共にオゾン発生用光源の2つが必要で装置が複雑化するという問題点ばかりでなく、以下のような危険性も有している。すなわち、オゾンは物体を劣化させる性質を持っているため、オゾン発生器自身がオゾンの影響で劣化し易いという問題点を有し、劣化したオゾン発生器から有害なオゾンが外部に漏れ出す危険性ははらんでいる。

【0012】本発明は上記従来例の装置が有する課題を解決すべくなされたもので、有機分子による光学素子の汚染問題の解決、それよりも簡単かつ効果的に解決した

露光装置を提供することを目的とする。さらには該露光装置を用いたデバイス製造方法や該露光装置の光学素子クリーニング方法を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明の露光装置の好ましい形態は、紫外線又はX線の露光ビームを生成する光源と、該露光ビームを基板に照射して露光を行なうための閉空間を有する光学系を備えた露光装置において、該光学系の閉空間に不活性ガスを供給する手段と、酸素もしくはクリーンエアを供給する手段を設け、該閉空間に不活性ガスと酸素を供給し得るようにしたことを設けたことをことを特徴とするものである。

【0014】また本発明のデバイス製造方法は、上記露光装置を用意する工程と、該露光装置を用いて露光する工程を有することを特徴とするものである。

【0015】また本発明のさらに別の形態は、紫外線又はX線の露光ビームを基板に照射して露光を行なう露光装置の光学素子をクリーニングする方法であって、該光学素子が置かれた空間に微量の酸素を含む不活性ガスを供給して、該露光ビームを照射することで該空間内にてオゾン生成させ、該生成したオゾンと該露光ビームの照射による光化学反応によって該光学部材に付着した有機化合物を除去することを特徴とするものである。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の具体的な実施例を図面に基いて説明する。本例の露光装置は一般にステップあるいはスキャナと呼ばれる撮小投影型の半導体露光装置である。

【0017】露光装置本体A1は大大に、光源1（ArFエキシマレーザー光源）と、光源1から発せられた照明光であるレーザ光L1を所定の形状の光束に成形する照明光学系である光源レンズ系2と、該光源レンズ系2によって所定の形状に成形されたレーザ光L1をレチクル3を経て基板であるウェハ4上に結像させる投影光学系である投影レンズ系5を備える。光源1はそのレーザ出力を制御するレーザ制御装置6を有し、レーザ制御装置6は制御手段であるコントローラ7によって制御される。後述するように、レーザ制御装置6は発振レーザ波長帯域を変化させることができるようになっている。

【0018】なお、本例では光源として紫外線を発生するArFエキシマレーザー光源を用いたが、KrFエキシマレーザー光源、あるいはさらに波長の短いX線（軟X線や真空紫外線を総称してX線と呼ぶ）を発生するレーザプラズマ放射源やシンクロトロン放射源などのX線源であっても良い。

【0019】光源レンズ系2は、レーザ光L1を所定の形状の光束に成形するための複数のレンズ2a〜2dを内部に配置した鏡筒2h、2iを有し、これら鏡筒は容器2gに収容され、その両端にはレーザ光を折り曲げて

引き回すためのミラー4 a、4 bが収容されている。照明光学系の容器2 gは、光源1に対向する入射口に脱着可能な窓2 eが、レチクル3に対向する出入口に窓2 fが設けられている。

【0020】また、投影光学系5はレチクル上のパターンをウエハ上に縮小投影するための複数のレンズ5 a、5 bがレンズ鏡筒内に内蔵され、レンズ鏡筒のレチクルと対向する面及びウエハと対向する面にそれぞれ窓5 c、5 dが設けられている。

【0021】ここで照明光学系2 gの容器2 gの内部空間2 j、鏡筒2 h、2 iの内部空間、及び投影レンズ5のレンズ鏡筒内のレンズにより区切られた空間、のそれぞれには、不活性ガスである窒素ガス（ヘリウムやネオンであっても良い）が供給される。このために不活性ガス供給装置8 aが設けられている。不活性ガス供給装置8 aは不活性ガス給気ライン8 bとの途中に設けられた開閉弁である電磁弁8 cを介して上記各空間に接続されている。また、不活性ガス供給ライン8 bの途中には、酸素供給ライン10 bが分岐接続され、途中に設けられた開閉弁である電磁弁10 cを介して酸素供給装置10 aが接続される。これにより供給する不活性ガスに微量の酸素を混入することが可能となっている。なお、純粋な酸素の代わり酸素を含むクリーンエアを混入させるようにしてもよい。

【0022】さらに、不活性ガスが供給される上記の各空間からガスを排出するために、ガス排気装置9 aが設けられ、各空間からガス排気ライン9 b及びライン途中に設けられた開閉弁である電磁弁9 cを介してガス排気装置9 aに接続されている。

【0023】なお、ガス排気手段により回収されたガス中には微量の残留オゾンが含まれるが、これを酸素に再変換する変換器をガス排気装置9 aに設けて、再変換された酸素をフィルタを介して不純物を除去した後、酸素供給装置10 aに運流させて再利用するようにしてもよい。

【0024】これらの不活性ガス供給手段ならびにガス排気手段のライン途中に設けられた電磁弁8 c、9 cは、コントロール7に予め設定されたプログラムによって制御され、各空間は通常の装置使用時（露光時）や待機時に不活性ガスが充填された状態を維持するようにになっている。

【0025】具体的には、予め設定されたタイミングにより、装置の待機時に酸素供給ライン上の電磁弁10 cが開いて窒素ガスに微量の酸素を混入させ、これが照明光学系の筐体および鏡筒内、さらには投影光学系の鏡筒内に供給される。酸素の供給量は所定濃度以下（1 μ m³あたり数グラム以下）になるように電磁弁の開閉がコントロールされる。この混合ガスが供給された後、電磁弁8 c、9 cが閉じられる。この窒素ガスに微量の酸素が混入されたガスが充填された状態でレーザ光の照射を行

う。これにより、各空間に充填された不活性ガス中の酸素は光化学反応によりオゾンに変換され各空間内ではじめてオゾンが発生する。この状態でさらにレーザ光照射を続けることにより、光学系を構成する光学素子（レンズ、ミラー、窓など）上に付着した有機化合物を酸化させる。これにより光学素子上の有機分子はオゾン洗浄によって除去されクリーニングされる。

【0026】この後、不活性ガス供給ライン上、及びガス排気ライン上の電磁弁を開き、完全に窒素ガスに置換されるまで連続もしくは断続的に不活性ガスの供給と排気を続ける。これら一連の操作はコントロール7に予め設定されたプログラムに基づいて行われる。なお、光学素子のクリーニングは露光装置が稼動していない待機時に行なえばスルーブットに影響を与えないことが無いので好ましい。また実際の装置稼働時にクリーニングを行なうようにしてもよい。

【0027】ところで、光照射によって酸素からオゾンを生じさせる効率は照射光の波長に大きく左右される。そこで、露光ビーム波長を基に露光を行なう時と光学素子をクリーニングする時とで変化させ、より効率的にオゾンを発生させるようにすることが好ましい。すなわち、クリーニング時には波長帯域を連続的に振るようにする、あるいはより短波長側に切り替えて、オゾンの生成効率ひいてはクリーニング能力を高めるようにすることが好ましい。波長を変化させるには、光源の駆動を制御するあるいは光路中に波長変換手段（高調波発生素子など）を挿入するなどの手法で達成できる。

【0028】図2は照明光学系の鏡筒2 hにおける、不活性ガス供給ラインの吹き出し口近傍の拡大図である。特に有機分子の付着が多いと予想される光学素子13 a、13 bについては、不活性ガスが光学素子に直接吹き付けられる構成としている。これによりオゾン洗浄の効果をより一層高めている。

【0029】なお、不活性ガス供給ラインに特開平6-216000号公報等に示されるような流量の切換え手段を設け、不純物の除去作業時には大流量の窒素を供給するようにしてもよい。

【0030】なお、露光装置の光学素子としては上述のレンズ、ミラー、窓のほかに、水銀ランプやシンクロン放射源などの光源から出る広範囲の波長帯域の中から所望の波長だけを透過するフィルタが用いられることもあるが、これについても上記と同様に本発明の効果が期待できる。

【0031】次に上記説明した露光装置を利用したデバイス製造方法の例を説明する。図9は微小デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の製造のプロを示す。ステップ1（回路設計）ではデバイスのパターン設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計したパターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3

(ウエハ製造)ではシリコンやガラス等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4(ウエハプロセス)は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5(組み立て)は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷(ステップ7)される。

【0032】図10は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11(酸化)ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14(イオン打込み)ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)ではウエハにレジストを塗布する。ステップ16(露光)では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハの複数のショット領域に並べて施付露光する。ステップ17(現像)では露光したウエハを現像する。ステップ18(エッチング)では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19(レジスト剥離)ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返して行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施例の生産方法を用いれば、従来は製造が難しかった高精度デバイスを高い生産性で製造することができる。

【0033】

【発明の効果】本発明の露光装置によれば、光学素子の表面に有機分子が付着し照度が低下するという問題を解決することができ、この際、露光に使用される露光ビーム自体をオゾン生成にも兼用して用いているので、大きな付加機構を設けることなく実現できる。その上、オゾン生成は光学素子が置かれる閉じた空間内のみでなされ

るため、有害なオゾンが外に漏れ出す危険性もない。

【0034】この露光装置は常に高いスループットが得られるので、デバイス製造においては高い生産性が達成できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例の全体構成を説明する説明図である。

【図2】鏡筒内部の例を説明した図である。

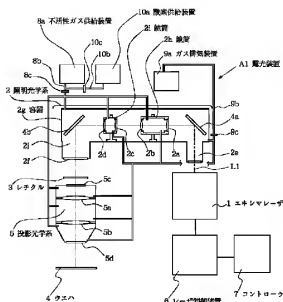
【図3】デバイス製造方法のフローを示す図である。

【図4】ウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。

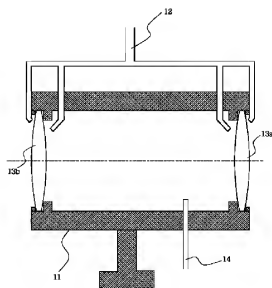
【符号の説明】

- A1 露光装置
- 1 エキシマレーザ
- 2 照明光学系
- 2a~2d レンズ
- 2e, 2f 窓
- 2g 容器
- 2h, 2i 鏡筒
- 2j 容器内空間
- 3 レチクル
- 4 ウエハ
- 5 投影光学系(投影レンズ鏡筒)
- 5a, 5b レンズ
- 5c, 5d 窓
- 6 レーザ制御装置
- 7 コントローラ
- 8a 不活性ガス供給装置
- 8b 不活性ガス供給ライン
- 8c 電磁弁
- 9a ガス排気装置
- 9b ガス排気ライン
- 9c 電磁弁
- 10a 酸素供給装置
- 10b 酸素供給ライン
- 10c 電磁弁
- 11 鏡筒
- 12 不活性ガス供給ライン

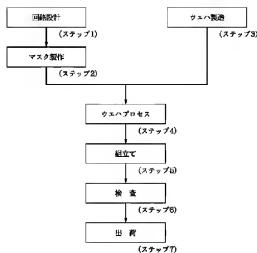
【図 1】



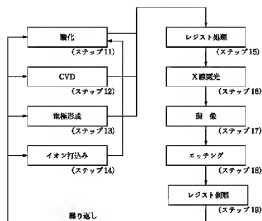
【図 2】



【图3】



【図 4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

識別記号

F I
H O 1 L 21/30

5 1 6 F
5 3 1 A